

⑤

Int. Cl. 2:

G 21 C 17-00

⑱ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



DT 24 23 782 A1

⑪

Offenlegungsschrift 24 23 782

⑫

Aktenzeichen: P 24 23 782.9

⑬

Anmeldetag: 16. 5. 74

⑭

Offenlegungstag: 27. 11. 75

⑳

Unionspriorität:

①② ③③ ③①

⑤④

Bezeichnung: Einrichtung zum Positionieren eines Reaktorbrennelementes

⑦①

Anmelder: Gesellschaft für Kernforschung mbH, 7500 Karlsruhe

⑦②

Erfinder: Gast, Klaus, Dipl.-Ing. Dr., 7501 Linkenheim;
Rohrbacher, Hans-Adolf, Dipl.-Ing., 7521 Karlsdorf

⑤⑥

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DT-AS 11 38 170

DT-OS 14 64 791

FR 15 88 441

DT 24 23 782 A1

④ 11.75 509 848/198

5/60

GESELLSCHAFT FÜR
KERNFORSCHUNG MBH

Karlsruhe, den 14. Mai 1974
PLA 74/19 Hä/sz

Einrichtung zum Positionieren eines Reaktorbrennelementes

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Positionieren eines Reaktorbrennelementes mit einer Ultraschallimpulse aussendenden und von einer Referenzfläche reflektierte Impulse aufnehmenden Ultraschallsonde.

Für eine Reihe wichtiger mechanischer Reaktorkomponenten, die betriebsmäßig unter flüssigem Natrium angeordnet sind, ist eine Überwachung der Lagebestimmung aus Gründen der Handhabung und der Sicherheit unerlässlich. Hierzu gehört insbesondere die genaue Positionierung der Brennelemente vor dem Umladen des Kernes. Die Kenntnis der Position der Brennelementköpfe ist nicht nur für das Umladen des Kernes von großer Bedeutung, sondern auch zur Prüfung des Kernverbandes auf Verlagerungen und Verformungen. Dabei sind Core-Vermessungen in Richtung der x-, y- und z-Achse notwendig.

Zum Ermitteln der Position eines oder mehrerer Reaktorbrennelemente insbesondere vor dem Umladen werden Einrichtungen verwendet, die mit mechanischen oder induktiven Fühlern arbeiten. So werden bei einem

- d -

bekannten induktiven Annäherungsverfahren drei Spulen in den Kopf des Kühlmittelführungsrohres eingeführt und die Kopplung jeder der Spulen gemessen. Nur wenn die Kopplung aller drei Spulen gleich groß ist, sind die Abstände der Spulen zum Kühlmittelführungsrohr untereinander gleich und die Position der Kontrolleinrichtung ist derjenigen des Brennelementes identisch.

Dieses bekannte Verfahren ist jedoch mit Mängeln behaftet, die insbesondere darin bestehen, daß die Möglichkeit einer Vermessung der Position auf die Koordinaten der x-y-Ebene beschränkt ist und Messungen der Höheneinstellung in Richtung der z-Achse ausgeschlossen sind. Dabei treten bis zum Vorliegen des Meßergebnisses Zeitverzögerungen im Sekundenbereich auf und es ist nicht auszuschließen, daß der Meßfühler mit der Rohrwand kollidiert und dabei mechanisch vertrimmt und das Meßergebnis verfälscht wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung der erfindungsgemäßen Art zu schaffen, deren Meßfühler eine Ortung in x-, y- und z-Richtung ermöglichen und berührungsfrei arbeiten.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß mehrere Ultraschallsonden an der den Brennelementköpfen zugewandten Unterseite eines Trägers in einer zur Ebene der Brennelementköpfe parallelen Ebene so angeordnet sind, daß bei vorbestimmter Positionierung eine erste Ultraschallsonde einer ersten Referenzfläche im Zentrum des Brennelementkopfes und eine zweite und dritte Ultraschallsonde je einer zweiten und dritten symmetrisch zum Zentrum angeordneten Referenzfläche gegenübersteht, daß die zweite und dritte Referenzfläche in einer zur Ebene der Ultraschallsonden parallelen Ebene liegt und daß der vertikale Abstand zwischen den Ultraschallsonden und der ersten Referenzfläche größer ist als der vertikale Abstand zwischen den Ultraschallsonden und der zweiten und dritten Referenzfläche. Dabei wird vorteilhafterweise die erste Referenzfläche von einem am Kopf des Brennelementes zum Verwirbeln des Kühlmittels angeordneten Mischeinsatz und die zweite und dritte Referenzfläche von der Kreisringfläche des das Brennelement umschließenden Kühlmittelführungsrohres gebildet, wobei die erste und die zu

- 2 -

509848/0198

einer Fläche vereinigte zweite und dritte Referenzfläche koaxial zueinander angeordnet sind und die erste Referenzfläche unterhalb der Kreisringfläche liegt.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß die vorgeschlagene Anwendung von Ultraschallsonden Messungen hoher Ortungsgenauigkeit auch in Richtung der z-Achse zuläßt, die mit hoher Geschwindigkeit ausführbar sind, eine Berührung der Sonde mit dem Meßobjekt ausschließen und eine Automation des Meßverfahrens ermöglichen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 vereinfachtes Schnittbild einer Meßanordnung,

Fig. 2 Schnittbild einer Ultraschallsonde für Hochtemperatureinsatz.

Fig. 1 zeigt in vereinfachter Darstellung das Schnittbild einer Meßanordnung zum Positionieren eines Reaktorbrennelementes. Ein Schutzrohr 1 ist durch den Reaktordrehheckel 2 geführt, der in einer horizontalen x-y-Ebene drehbar ist. Das untere Ende des Schutzrohres ist als Träger 3 für Ultraschallsonden 4 ausgebildet. An der kreisförmigen horizontalen Unterseite 5 des Trägers 3 sind drei Ultraschallsonden 4 so angeordnet, daß deren Mittelpunkte mit den Eckpunkten eines gleichseitigen Dreiecks identisch sind. Das Schutzrohr 1 mit dem Träger 3 und den Ultraschallsonden 4 taucht in das als Reaktorkühlmittel dienende flüssige Natrium 6 ein, dessen Oberfläche mit einem Inertgas 7 abgedeckt ist. Jede Ultraschallsonde 4 ist über eine im Innern des Schutzrohres 1 geführte koaxiale Hochtemperatursignalleitung 8 an einen oberhalb des Drehdeckels 2 angeordneten Generator 9 angeschlossen und emittiert Ultraschallimpulse 10. Das Schutzrohr 1 mit den Ultraschallsonden 4 kann mit einer oberhalb des Reaktordrehdeckels 2 montierten Einrichtung 11 um seine vertikale Achse gedreht und in Richtung der vertikalen Achse bewegt werden.

- 4 -

Jedes Brennelement 12 ist von einem Kühlmittelführungsrohr 13 umschlossen, dessen den Ultraschallsonden 4 zugewandte obere Kreisringfläche 14 als Referenzfläche für zu reflektierende Ultraschallimpulse 10 verwendet wird. Am Kopf jedes Brennelementes 12 ist zum Verwirbeln des aus dem Brennelement austretenden Kühlmittels ein rotationssymmetrischer Mischeinsatz 15 von drei an das Kühlmittelführungsrohr 13 angeschlossenen Rippen 16 gehalten. Die den Ultraschallsonden 4 zugewandte Fläche 17 des Mischeinsatzes 15 ist eine weitere Referenzfläche, deren vertikaler Abstand zu den Ultraschallsonden 4 um einen Betrag a größer ist als der entsprechende Abstand von der Kreisringfläche 14 zu den Ultraschallsonden.

Die von den Ultraschallsonden 4 emittierten stark gebündelten Ultraschallimpulse 10 treffen beim Abtasten der Brennelementköpfe auf die Referenzflächen 14 und 17. Dabei werden Teile 18 der Impulsenergie von der Kreisringfläche 14 und von der zu dieser coaxialen Kreisfläche 17 reflektiert.

Die x-y-Koordinaten der Meßeinrichtung entsprechen den x-y-Koordinaten eines Brennelementes, wenn alle drei Ultraschallsonden ein Echo aufnehmen und zwei Echolaufzeiten identisch sind und die Laufzeit des von der Referenzfläche 17 des Mischeinsatzes 15 reflektierten Signales um den zusätzlichen Laufweg $a = 205$ mm verlängert erscheint.

Mit der vorgeschlagenen Meßeinrichtung ist es auch möglich, axiale Versetzungen eines Brennelementes zu erfassen, da die Laufzeit jedes Signales gemessen wird.

Die Positionierung erfolgt zweckmäßigerweise automatisch, wobei mit Hilfe eines Programmes die Sollpositionen auf dem jeweils kürzesten Wege angefahren werden.

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine Ultraschallsonde 4 zum Einsatz in flüssigem Natrium. Das Mittelstück eines napfförmigen Edelstahlgehäuses 19 ist als scheibenförmiges Diaphragma 20 ausgebildet und auf seiner dem Schutzrohr 1 zugewandten Innenseite mit

- 4 -

509848/0198

. 5 .

einem piezoelektrischen Wandler 21 fest verbunden. Das Diaphragma 20 ist von dem auf die horizontale Unterseite 5 des Trägers 3 aufgesetzten Gehäuse 19 durch einen Einstich 22 akustisch entkoppelt. Die koaxiale Hochtemperatursignalleitung ist nach Art der Thermo-elementleitungen aufgebaut und besteht aus einem Edelstahlmantel 23 und einem von diesem durch ein Metalloxyd isolierten Zentralleiter 24. Das Schutzrohr 1 ist mit einem Inertgas 25 wie z.B. Argon oder Helium gefüllt. Der piezoelektrische Wandler 21 besteht aus einem strahlenresistenten Lithiumniobatkristall LiNbO_3 mit monoisotopem ^7Li oder in der natürlichen Zusammensetzung von ^6Li mit ^7Li . Der Kristall ist auf beiden Seiten mit Goldfolie 26 belegt und wird mit Tellerfedern 27 und einer Anpreßschraube 28 gegen das Diaphragma 20 gedrückt. Der Zentralleiter 24 der koaxialen Hochtemperatursignalleitung 8 ist mit der Spitze einer Kegel-elektrode 29 verlötet, die durch einen ringförmigen Isolator 30 von den Tellerfedern 27 isoliert ist. Die koaxiale Hochtemperatursignalleitung 8 ist durch eine Bohrung 31 der Anpreßschraube 28 geführt und mit der Wand des Meßrohres verlötet.

- 5 -

509848/0198

Patentansprüche :

1. Einrichtung zum Positionieren eines Reaktorbrennelementes mit einer Ultraschallimpulse aussendenden und von einer Referenzfläche reflektierte Impulse aufnehmenden Ultraschallsonde, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Ultraschallsonden (4) an der den Brennelementköpfen zugewandten Unterseite eines Trägers (3) in einer zur Ebene der Brennelementköpfe parallelen Ebene so angeordnet sind, daß bei vorbestimmter Positionierung eine erste Ultraschallsonde (4) einer ersten Referenzfläche (17) im Zentrum des Brennelementkopfes und eine zweite und dritte Ultraschallsonde (4) je einer zweiten und dritten symmetrisch zum Zentrum angeordneten Referenzfläche (14) gegenübersteht, daß die zweite und dritte Referenzfläche (14) in einer zur Ebene der Ultraschallsonden (4) parallelen Ebene liegt und daß der vertikale Abstand zwischen den Ultraschallsonden (4) und der ersten Referenzfläche 17 größer ist als der vertikale Abstand zwischen den Ultraschallsonden (4) und der zweiten und dritten Referenzfläche (14).
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Referenzfläche (17) von einem am Kopf des Brennelementes zum Verwirbeln des Kühlmittels angeordneten Mischeinsatz (15) und die zweite und dritte Referenzfläche von der Kreisringfläche (14) des das Brennelement umschließenden Kühlmittelführungsrohres (13) gebildet ist, daß die erste und die zu einer Kreisringfläche (14) vereinigte zweite und dritte Referenzfläche koaxial zueinander angeordnet sind und die erste Referenzfläche (17) unterhalb der Kreisringfläche (14) liegt.
3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (3) zum Aufnehmen der Ultraschallsonden (4) an das untere Ende eines koaxialen Hochtemperatursignalleitungen (8) umschließenden Schutzrohres (1) angeschlossen ist, daß das Schutzrohr (1) durch den Reaktordrehdeckel (2) geführt ist und oberhalb des

- 7 -

Reaktordrehdeckels (2) eine Einrichtung (11) zum Drehen des Schutzrohres (1) um dessen vertikale Achse und zum Bewegen in Richtung der vertikalen Achse angeordnet ist.

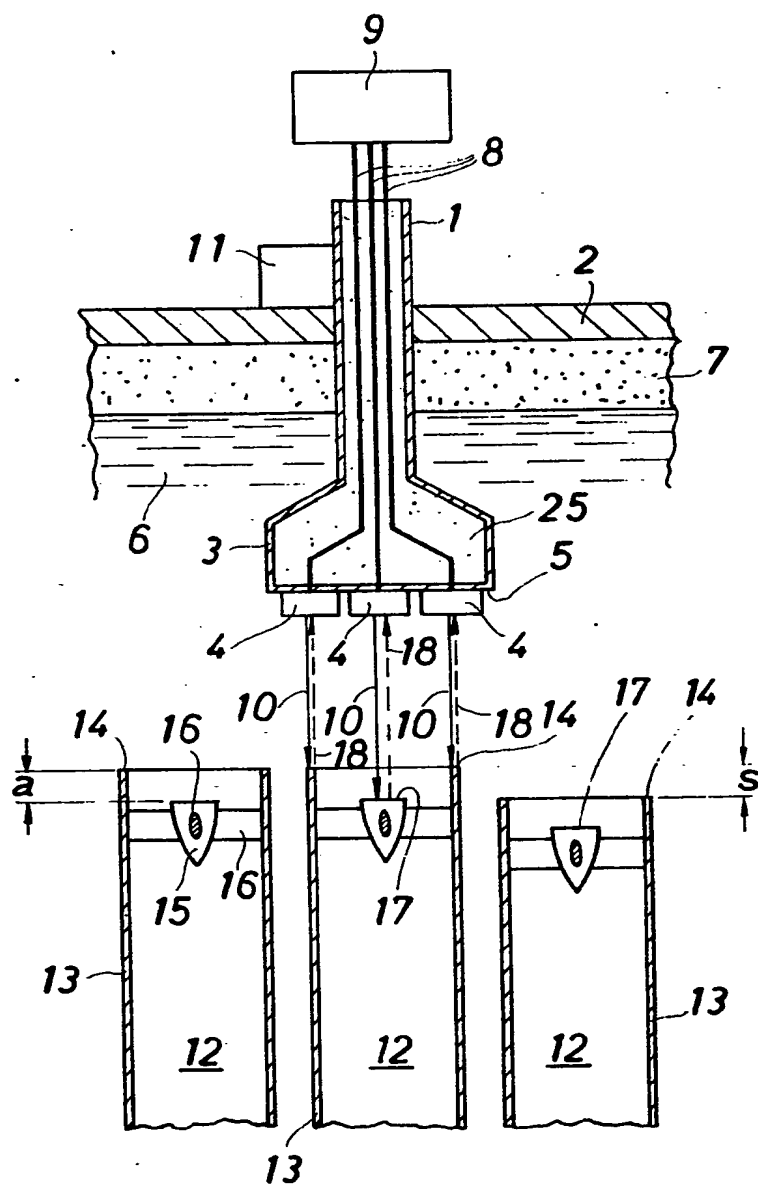
4. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede Ultraschallsonde (4) im wesentlichen aus einem mit dem Träger (3) fest verbundenen Gehäuse (19) mit einem vom Gehäuse akustisch entkoppelten Diaphragma (20) und einem mit dem Diaphragma fest verbundenen scheibenförmigen piezoelektrischen Wandler (21) besteht.
5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der piezoelektrische Wandler (21) aus monokristallinem Lithiumniobat (LiNbO_3) vorzugsweise unter Verwendung von Lithium in monoisotroper Form (^7Li) besteht.
6. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der piezoelektrische Wandler (21) über eine im Schutzrohr (1) geführte koaxiale nach Art einer Thermoelementleitung aus einem Metallmantel und einem von diesem durch ein Metalloxyd isolierten Zentralleiter bestehende Hochtemperatursignalleitung (8) an einen Hochfrequenzgenerator (9) angeschlossen ist.
7. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die drei Ultraschallsonden (4) auf dem Träger (3) so angeordnet sind, daß deren Mittelpunkte mit den Eckpunkten eines gleichseitigen Dreiecks identisch sind.

- 7 -

503848/0198

-9.

Fig.1



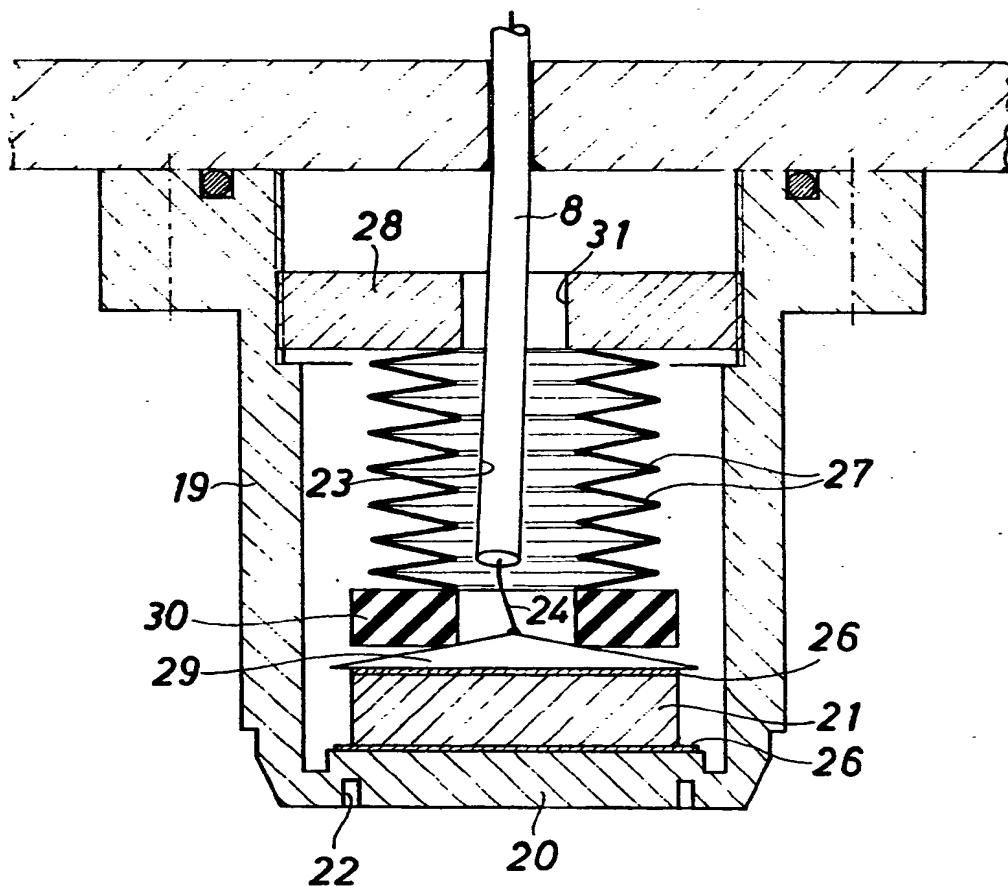
509848/0198

G21C 17-00

AT: 16.05.1974 OT: 27.11.1975

-8.

Fig. 2



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)